

Verfahren zur Steuerung einer hydrodynamischen Baueinheit und Steuervorrichtung

Publication number: DE19909690

Publication date: 2000-09-21

Inventor: NITSCHKE MARTIN (DE); TONEATTO MARCO (DE)

Applicant: VOITH TURBO KG (DE)

Classification:

- international: **F15B1/00; B60T10/02; F16D33/16; F16H61/00; F15B1/00; B60T10/00; F16D33/00; F16H61/00; (IPC1-7): F16D57/06; B60T10/02; F16D33/16**

- european: B60T10/02; F16D33/16

Application number: DE19991009690 19990305

Priority number(s): DE19991009690 19990305

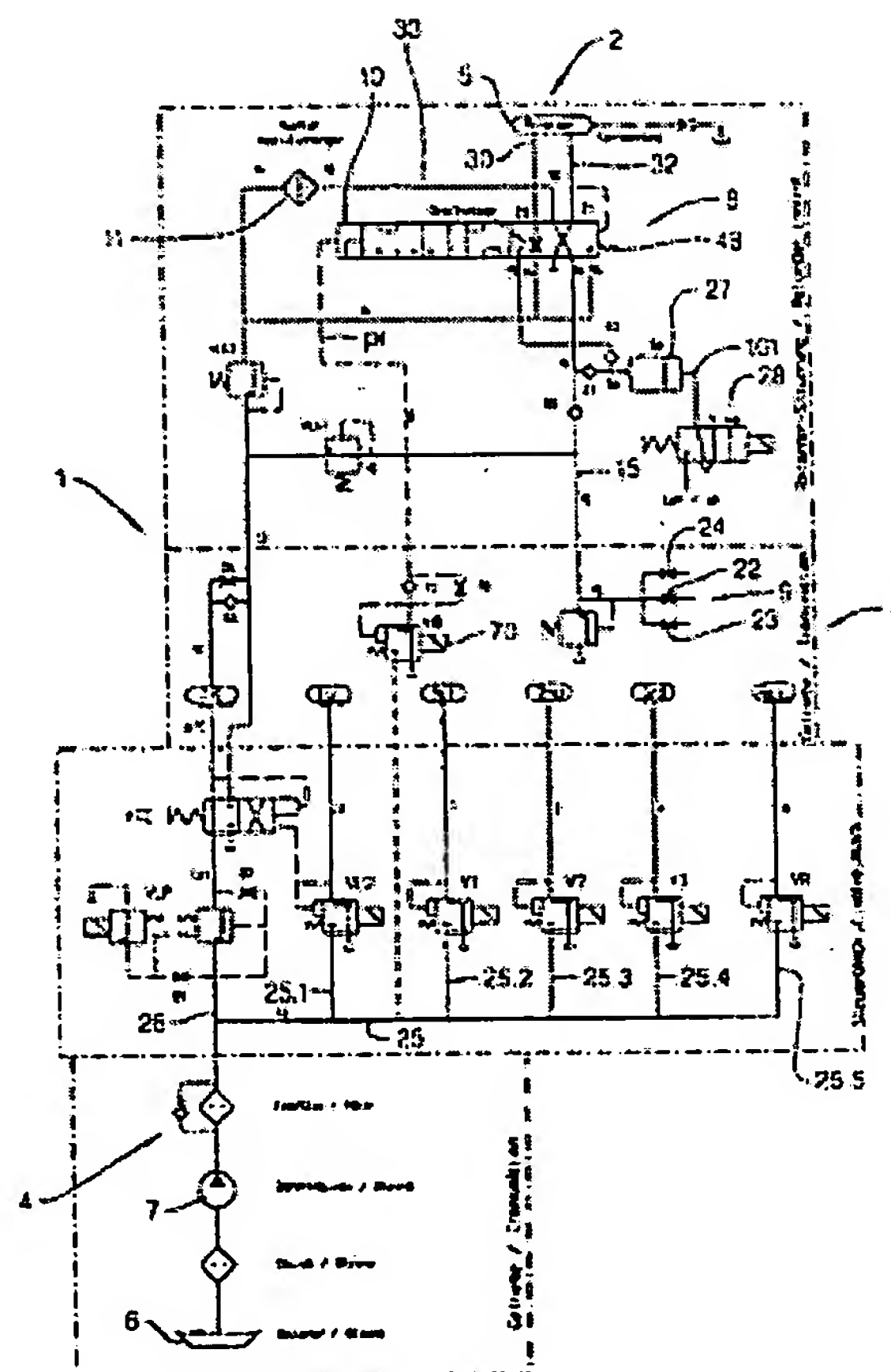
Also published as:

WO0053478 (A1)
EP1159178 (A1)
EP1159178 (A0)
EP1159178 (B1)

Report a data error here

Abstract of DE19909690

The invention relates to a method for controlling the filling of a hydrodynamic element (2) in a control unit with at least one transmission element and a lubricant system or operating material supply system (4), whereby said systems are allocated to the hydrodynamic element and the transmission element. The hydrodynamic element comprises a source of operating material (6), a heat exchanger (11), a memory (27) and at least two bucket wheels which form a toroidal working area together. At least one supply pipe and one drain pipe are allocated to said working area. The invention is characterised by a desired variable which can be predetermined for a variable which at least directly characterises the functional state of the hydrodynamic element and which represents an input variable of a control device (8) that is allocated to the lubricant system or operating material supply system which are allocated to the hydrodynamic element and the transmission element. The input variable is used for driving an actuating device in order to influence the operating material supply of the hydrodynamic element. At least three base functional states of the hydrodynamic element can thus be adjusted. In addition, a supply of the lubricant system pertaining to the transmission element can be adjusted in a base functional state. The correcting variable for actuating the actuating device is produced by the desired variable which at least directly characterises the functional state of the hydrodynamic element according to a variable that at least directly characterises the pressure of the drain pipe of the hydrodynamic



element.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 09 690 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 16 D 57/06
B 60 T 10/02
F 16 D 33/16

②① Aktenzeichen: 199 09 690.2
②② Anmeldetag: 5. 3. 1999
④③ Offenlegungstag: 21. 9. 2000

DE 199 09 690 A 1

⑦① Anmelder:
Voith Turbo GmbH & Co. KG, 89522 Heidenheim,
DE

⑦④ Vertreter:
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

⑦② Erfinder:
Nitsche, Martin, 89547 Gerstetten, DE; Toneatto,
Marco, 89518 Heidenheim, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 24 08 876 B2
DE 37 08 679 A1
DE 32 04 850 A1
DE-OS 23 46 495
DD 91 752
US 50 90 527 A
US 43 02 937
US 36 40 359
WO 98 25 054
WO 98 25 053

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Steuerung einer hydrodynamischen Baueinheit und Steuervorrichtung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Befüllung eines hydrodynamischen Bauelementes in einer Antriebseinheit mit mindestens einem Getriebeteil und einem beiden gemeinsam zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem, umfassend wenigstens eine Betriebsmittelquelle, eine Kühleinrichtung und eine Speichereinrichtung, wobei das hydrodynamische Bauelement mindestens zwei Schaufelräder umfaßt, welche miteinander einen torusförmigen Arbeitsraum bilden, dem wenigstens eine Zulaufleitung und eine Ablaufleitung zugeordnet sind.
Die Erfindung ist gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
bei welchem eine Sollgröße für eine, den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe als Eingangsgröße einer, dem gemeinsam zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem zugeordneten Steuereinrichtung zur Ansteuerung einer Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Betriebsmittelversorgung des hydrodynamischen Bauelementes derart vorgebar ist, daß wenigstens drei Grundfunktionszustände des hydrodynamischen Bauelementes einstellbar sind, wobei in einem Grundfunktionszustand zusätzlich eine Versorgung des Schmiermittelsystems des Getriebeteiles einstellbar ist, und wobei die Stellgröße zur Betätigung der Stelleinrichtung aus dem Sollwert der den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe in Abhängigkeit einer den Druck in der ...

DE 199 09 690 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer hydrodynamischen Baueinheit in einer Antriebseinheit mit mindestens einem Getriebeteil und einem beiden zugeordneten und gemeinsam genutzten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem, umfassend eine Betriebsmittelquelle, eine Kühleinrichtung und eine Speichereinrichtung, mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruches 1, ferner eine Steuervorrichtung.

Hydrodynamische Baueinheiten sind für eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten bekannt. Unter anderem finden derartige hydrodynamische Baueinheiten als hydrodynamische Kupplungen und hydrodynamische Bremsen Verwendung. Betreffend die Möglichkeiten der konstruktiven Ausgestaltung von hydrodynamischen Maschinen als hydrodynamische Kupplungs- oder Bremseinrichtungen wird auf "Voith, Hydrodynamische Getriebe, Kupplungen, Bremsen, Otto Krausskopf Verlag GmbH, Mainz, 1970" verwiesen, wobei der Offenbarungsgehalt dieser Schrift diesbezüglich vollumfänglich in denjenigen der vorliegenden Anmeldung miteinbezogen wird.

Als bevorzugtes Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung, ohne hierauf beschränkt zu sein, werden hydrodynamische Bremsen, die auch als hydrodynamische Retarder bezeichnet werden, angesehen.

Hydrodynamische Retarder sind beispielsweise aus "VDI Handbuch Getriebetechnik II": VDI-Richtlinien VDI 2153, Hydrodynamische Leistungsübertragung Begriffe – Bauformen – Wirkungsweisen, Kapitel 7, Bremsen oder "Dubbel": Taschenbuch für den Maschinenbau, 18. Auflage, Seiten R49 bis R53, bekannt, deren Offenbarungsgehalt bezüglich der Gestaltung dieser Baueinheiten vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung miteinbezogen wird. Retarder werden, insbesondere beim Einsatz in Kraftfahrzeugen oder in Anlagen mit stark wechselndem Betrieb, durch Füllen und Entleeren des beschauften Arbeitskreislaufs mit einem Betriebsfluid ein- oder ausgeschaltet. In Antriebssträngen wird im allgemeinen einer Mehrzahl von Komponenten ein gemeinsam nutzbares Schmier- und Betriebsmittelversorgungssystem zugeordnet. Zur optimalen Erfüllung der an die Einzelelemente im Antriebssystem gestellten Forderungen sind den Einzelelementen in der Regel Steuereinrichtungen zugeordnet, welche eine entsprechende Versorgung mit Betriebs- bzw. Schmiermittel gewährleisten. Der steuer- und regelungstechnische Aufwand ist sehr hoch.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine Verfahren zur Steuerung eines hydrodynamischen Bauelementes, ferner eine Vorrichtung zur Steuerung eines hydrodynamischen Bauelementes dahingehend zu entwickeln, daß mit möglichst geringem konstruktiven und steuerungstechnischen Aufwand immer eine sichere und zuverlässige Betriebsweise der einzelnen Komponenten, insbesondere des hydrodynamischen Bauelementes gewährleistet wird.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale der Ansprüche 1 oder 6 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß in einem Antriebssystem mit wenigstens einem hydrodynamischen Bauelement, umfassend wenigstens zwei Schaufelräder, die miteinander einen torusförmigen Arbeitsraum bilden, welchem wenigstens eine Zulaufleitung und eine Ablaufleitung zugeordnet sind, einem Getriebeteil und einem von diesen Baueinheiten gemeinsam nutzbaren Schmier- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem, eine Sollgröße für eine, den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe als Eingangsgröße

einer, dem gemeinsam zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem zugeordneten Steuereinrichtung zur Ansteuerung einer Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Betriebsmittelversorgung des hydrodynamischen Bauelementes und der Schmiermittelversorgung des Getriebeteils derart vorgebbar ist, daß wenigstens drei Grundfunktionszustände des hydrodynamischen Bauelementes einstellbar sind, wobei in einem Grundfunktionszustand zusätzlich eine Versorgung des Schmiermittelsystems des Getriebeteiles einstellbar ist, und wobei die Stellgröße zur Betätigung der Stelleinrichtung aus dem Sollwert der den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe in Abhängigkeit einer den Druck in der Ablaufleitung des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe erzeugt wird. Über die Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Betriebsmittelversorgung des hydrodynamischen Bauelementes sind wenigstens drei Grundfunktionszustände für das hydrodynamischen Bauelement einstellbar, wobei

a) in einem ersten Grundfunktionszustand der hydrodynamischen Baueinheit Betriebsmittel von einer Betriebsmittelquelle über die Kühleinrichtung dem Schmiermittelanschluß des Getriebeteiles zugeführt wird;

b) in einem zweiten Grundfunktionszustand dem Arbeitsraum des hydrodynamischen Bauelementes Betriebsmittel vom Speicher und der Betriebsmittelquelle zugeführt wird und in einem geschlossenen Kreislauf ein Teil des Betriebsmittels aus dem Arbeitsraum über die Kühleinrichtung dem Arbeitsraum wieder zugeführt wird und

c) in einem dritten Grundfunktionszustand, welcher auch als Regelzustand bezeichnet wird, ein Teil des Betriebsmittels aus dem Arbeitsraum über die Kühleinrichtung dem Arbeitsraum wieder zugeführt wird und ein Leckageausgleich durch Koppelung mit der Betriebsmittelversorgungsquelle vorgesehen wird.

Dabei werden im dritten Grundfunktionszustand vorzugsweise wenigstens zwei Grenzzustände unterschieden – ein erster Grenzzustand für hohe Betriebsdrücke und ein zweiter Grenzzustand für niedrige Drücke. Die Änderung des Druckes über den möglichen Steuerbereich erfolgt entweder stufenweise oder stufenlos.

Die Begriffe "Zulaufleitung" und "Ablaufleitung" sind im vorrichtungstechnischen Sinn nicht zwingend als Leitungen zu verstehen, sondern können auch in Form von Kanälen oder anders ausgebildeten Führungen für das Betriebsmittel vorliegen.

Die Verstellung zwischen den einzelnen Grundfunktionszuständen erfolgt im einfachsten Fall in einer Vielzahl von Stufen, vorzugsweise jedoch ebenfalls stufenlos.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, daß mit einem gemeinsam von hydrodynamischen Bauelement und Getriebeteil genutzten Betriebsmittel- bzw. Schmiermittelversorgungssystem mit geringem konstruktivem und vor allem steuerungstechnischem Aufwand immer eine sichere und zuverlässige Betriebsweise der einzelnen Komponenten, insbesondere des hydrodynamischen Bauelementes gewährleistet wird, da immer eine, den Druck in der Ablaufleitung des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe, vorzugsweise direkt der Druck, Berücksichtigung findet.

In einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zusätzliche Maßnahmen ergriffen, um eine sichere Betriebsweise des gesamten Antriebssystems zu ge-

währleisten. So sind z. B. weitere Ventileinrichtungen vorgesehen, um einzelne Teilaufgaben vorrangig bzw. in einer bestimmten Wertigkeit zu lösen. Dazu gehören beispielsweise

- a) die vorrangige Bereitstellung des Hauptdruckes des hydrodynamischen Bauelementes;
- b) die ganzzeitige Schmiermittelversorgung des Getriebeteiles, beispielsweise druckabhängig oder durch die Realisierung einer Mengenregelung.

Bei der hydrodynamischen Baueinheit handelt es sich vorzugsweise um einen hydrodynamischen Retarder, umfassend ein Rotor- und ein Statorschaufelrad. Der Einsatz bei hydrodynamischen Kupplungen ist ebenfalls denkbar. Einen weiteren Anwendungsfall stellt eine hydrodynamische Baueinheit dar, mit welcher wahlweise sowohl die Funktion der Erzeugung eines Bremsmomentes als auch die Übertragung hoher Drehmomente realisiert werden kann, wie beispielsweise in den Druckschriften PCT/EP 97/06623 und PCT/EP 97/06646 beschrieben. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschriften bezüglich der konstruktiven Ausgestaltung, Betriebsweise und Ansteuerung eines derartig betreibbaren hydrodynamischen Bauelementes wird hiermit vollumfänglich in den Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung mit einbezogen.

Die hydrodynamische Baueinheit umfaßt wenigstens zwei Schaufelräder, welche wenigstens einen torusförmigen Arbeitsraum miteinander bilden. Es besteht theoretisch auch die Möglichkeit, das erfindungsgemäße Verfahren für Ausführungen hydrodynamischer Baueinheiten mit mehreren Arbeitsräumen, beispielsweise Doppelkupplungen, anzuwenden.

Für die räumliche Anordnung der hydrodynamischen Baueinheit im Antriebssystem bezogen auf die Kraftflußrichtung im Traktionsbetrieb bestehen folgende Möglichkeiten:

- a) vor dem Getriebe
- b) im Getriebe
- c) hinter dem Getriebe.

Vorrichtungsmäßig werden diese Aufgaben mittels einer Steuereinrichtung realisiert, welche dem gemeinsam von hydrodynamischen Bauelement und Getriebeteil genutzten Schmier- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem zugeordnet ist. Die Verwendung einer einzigen bzw. gemeinsam nutzbaren Steuereinrichtung bietet den Vorteil einer zentralen Anordnung zur Versorgung mehrere Systeme. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Steuereinrichtung ist in Anspruch 8 beschrieben. Vorzugsweise umfaßt diese eine Druckwaage, d. h. das Funktionsprinzip beruht dabei auf der Kompensation der auf einen Kolben bekannter Querschnittsfläche oder die Sperrflüssigkeit in einem Ringrohr wirkenden Druckkraft durch eine Gegenkraft, wobei durch Verschiebung beispielsweise des Kolbens ein Kräftegleichgewicht eingestellt wird. Als Druckkraft und Gegenkraft fungieren dabei eine, der Sollwertvorgabe für einen gewünschten Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes entsprechende Druckkraft, welche durch die Größe der Angriffsfläche in der Druckwaage und einem, beispielsweise mittels eines Proportionalventiles erzeugten Druckes beschreibbar ist, und eine Kraft, welche aus dem Druck in der Ablaufleitung des hydrodynamischen Bauelementes und der diesem zugeordneten Angriffsfläche in der Druckwaage charakterisiert ist.

Die Steuereinrichtung weist dazu ein Gehäuse auf, in welches wenigstens eine Steuerbohrung eingearbeitet ist. Die

Steuerbohrung weist über ihre axiale Erstreckung betrachtet vorzugsweise unterschiedliche Durchmesser auf. Diese bilden einzelne Steuerkammern, welche mit Anschlüssen koppelbar sind. Denkbar sind jedoch auch Ausführungen mit eckigen Kammern. In der Steuerbohrung ist wenigstens ein Steuerkolben angeordnet, welcher in axialer Richtung verschiebbar ist und der über seine axiale Erstreckung vorzugsweise ebenfalls unterschiedliche Durchmesser aufweist. Die einzelnen Teilbereiche unterschiedlichen Durchmessers bzw. bei eckiger Gestaltung der unterschiedlichen Abmessungen am Steuerkolben und der Steuerbohrung bilden die sogenannten Steuerkanten.

Die Bereiche unterschiedlichen Außendurchmessers bzw. der unterschiedlichen Außenabmessungen des Steuerkolbens können dabei alternierend abwechselnd angeordnet sein. Vorzugsweise ist der Steuerkolben derart ausgeführt, daß dieser über die axiale Länge betrachtet lediglich zwei unterschiedliche Durchmesser aufweist, einen ersten Durchmesser, welcher kleiner dem Durchmesser der Steuerbohrung ausgeführt ist, und einen zweiten Durchmesser, welcher im wesentlichen dem Durchmesser der Steuerbohrung unter Berücksichtigung der erforderlichen Toleranzen entspricht. Entsprechend der Stellung des Steuerkolbens, insbesondere der Steuerkanten in der Steuerbohrung, werden die einzelnen Anschlüsse wenigstens teilweise oder ganz freigegeben oder verdeckt, wodurch die einzelnen Funktionszustände des hydrodynamischen Bauelementes und die Funktion der Versorgung des Schmiermittelsystems des Getriebeteils realisiert werden. Als einzelne Anschlußmöglichkeiten sind dabei wenigstens die folgenden vorzusehen:

- Anschluß 1 – Betriebsmittelversorgungsquelle und Kühleinrichtung
- Anschluß 2 – Speicher
- Anschluß 3 – Zulaufleitung des hydrodynamischen Bauelementes
- Anschluß 4 – Ablaufleitung des hydrodynamischen Bauelementes
- Anschluß 5 – Kühleinrichtung
- Anschluß 6 – Schmiermittelleitung für Getriebe.

Die Eingangsgröße ist eine Sollgröße für eine, den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe. Diese ist vorgebar; beispielsweise in Form eines Signales für eine Inbetriebnahme des als hydrodynamischer Retarder ausgeführten Bauelementes. Aus dieser wird eine Stellgröße zur Beaufschlagung einer Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Betriebsmittelversorgung des hydrodynamischen Retarders gebildet. Bei Ausführung der Steuereinrichtung als Druckwaage fungiert der Steuerkolben als Stelleinrichtung. Die Stellgröße ist die auf den Steuerkolben wirkende Kraft.

Die Druckwaage stellt eine einfache kostengünstige und kompakte Steuereinrichtung dar. Zur Schaffung einer universellen Baueinheit werden vorzugsweise weitere Ventileinrichtungen zur Erfüllung unterschiedlicher Funktionen, beispielsweise einer Mengenregelung zur Schmiermittelversorgung unabhängig von den im System vorhandenen Drücken, in der Steuereinrichtung integriert. Die Ventileinrichtungen sind dabei vorzugsweise zu Baueinheiten zusammengefaßt, welche in der Steuerbohrung der Druckwaage angeordnet werden können, womit eine besonders kompakte Steuervorrichtung geschaffen wird.

Die erfindungsgemäße Lösung ist nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a–1c einen Ausschnitt aus einem Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem mit erfindungsgemäßer Steuerung eines hydrodynamischen Bauelementes;

Fig. 2a-2b allgemein ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Steuerung;

Fig. 3 eine Ausführung einer erfindungsgemäß gestalteten Steuervorrichtung in Form einer Druckwaage;

Fig. 4 die Stellungen des Steuerkolbens der Druckwaage gemäß Fig. 3 in den in den Fig. 1a-1c beschriebenen Funktionszuständen des hydrodynamischen Bauelementes;

Fig. 5 eine Ausführung eines Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystems mit Mengenregeleinrichtung;

Fig. 6a-6b verdeutlichen anhand jeweils eines Ausschnittes aus einer Druckwaage mit unterschiedlicher Gestaltung des Steuerkolbens die Anordnung der zur Realisierung einer ganzzeitigen Schmiermittelversorgung erforderlichen Ventileinrichtungen;

Fig. 7a-7b verdeutlichen jeweils anhand eines Ausschnittes aus unterschiedlich gestalteten Druckwaagen die Anordnung der in den Verbindungsleitungen zwischen Speicher und Druckwaage bzw. Speicher und Schmiermittelversorgungsleitung integrierten Ventileinrichtungen.

Die Fig. 1a bis 1c verdeutlichen in schematisch vereinfachter Darstellung anhand des Hydraulikplanes einen Ausschnitt aus einem Antriebssystem 1, umfassend mindestens ein hydrodynamisches Bauelement 2, einen Getriebeteil 3 und ein Schmiermittel bzw. Betriebsmittelversorgungssystem 4. Das hydrodynamische Bauelement 2 ist im dargestellten Fall als hydrodynamischer Retarder 5 ausgeführt. Dieser umfaßt, hier im einzelnen nicht dargestellt, wenigstens ein Rotorschaukelrad und ein Statorschaukelrad, welche miteinander einen torusförmigen Arbeitsraum bilden. Der hydrodynamische Retarder 5 kann vor, im oder wie in der Fig. 1a verdeutlicht, hinter dem Getriebeteil 3 angeordnet werden. Der hydrodynamische Retarder 5 befindet sich dann auf der Abtriebsseite des Getriebes. Das Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem 4 umfaßt eine Betriebsmittelquelle 6, hier in Form eines Ölsumpfes, aus welchem mittels einer Pumpeinrichtung, hier der Zahnradpumpe 7 das Öl in die entsprechenden Leitungssysteme zur Versorgung der einzelnen Elemente – hydrodynamisches Bauelement 2 und/oder Getriebeteil 3 – erfolgt.

Dem hydrodynamischen Retarder 5 ist erfindungsgemäß eine Steuereinrichtung 8 zugeordnet, welche neben der Steuerung einer den Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders 5 wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe, vorzugsweise des Füllungsgrades, verschiedene Versorgungsaufgaben, beispielsweise des Schmiermittelsystems 9 des Getriebeteiles 3 realisiert bzw. steuert. Die Steuereinrichtung 8 zur Steuerung einer den Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders 5 wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe ist vorzugsweise als Druckwaage 10 ausgeführt. Das Funktionsprinzip beruht dabei auf der Kompensation der auf einen Kolben bekannter Querschnittsfläche oder die Sperrflüssigkeit in einem Ringrohr wirkenden Druckkraft durch eine Gegenkraft, wobei durch Verschiebung beispielsweise des Kolbens ein Kräftegleichgewicht eingestellt wird. Dazu ist eine Sollgröße für eine, den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe als Eingangsgröße einer, dem gemeinsam zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem 4 zugeordneten Steuereinrichtung 8 zur Ansteuerung einer Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Betriebsmittelversorgung des hydrodynamischen Bauelementes 2 und der Schmiermittelversorgung 9 des Getriebeteils 3 vorgebar. Die Stellgröße zur Betätigung der Stelleinrichtung wird dann aus dem Sollwert der den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierende Größe in Abhängigkeit einer den Druck in einer Ablaufleitung 32 des

hydrodynamischen Bauelementes 2 wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe erzeugt.

Über die Druckwaage 10 sind wenigstens vier Grundfunktionszustände des hydrodynamischen Retarders 5 einstellbar, vorzugsweise erfolgt die Verstellung jedoch stufenlos. Bezüglich des Aufbaus der Druckwaage 10 wird auf die Fig. 3 und 4 verwiesen.

In einem ersten Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes 2, hier des hydrodynamischen Retarders 5, wird Betriebsmittel von der Betriebsmittelquelle 6 über eine Kühleinrichtung 11 in das Schmiermittelsystem 9 des Getriebeteiles 3 eingespeist. Dieser Funktionszustand ist in der Fig. 1a dargestellt. Das Betriebsmittel, als welches vor allem Öl Verwendung findet, gelangt vom Ölsumpf 6 über die Leitung 13 in den sich daran anschließenden Leitungsabschnitt 14, die Kühleinrichtung 11 und die Leitung 18 in die Schmierleitung 15, welche mit den Schmiermittelanschlüssen 22, 23 und 24 des Schmiermittelversorgungssystems 9 des Getriebeteiles 3 gekoppelt ist. In diesem Funktionszustand ist der hydrodynamische Retarder 5 vollständig entleert, es wird auch kein Betriebsmittel in den torusförmigen Arbeitsraum eingeführt. Vorzugsweise wird jedoch eine geringe Betriebsmittelmenge gezielt in den Arbeitsraum des hydrodynamischen Retarders eingespritzt, um die Ventilationsverluste abzusenken. Das zugeführte Betriebsmittel dient dann gleichzeitig der Schmierung der Dichtringe zwischen der Ablauf- und der Zulaufseite des hydrodynamischen Retarders 5 im ausgeschalteten Zustand. Der ausgeschaltete Zustand des hydrodynamischen Retarders 5 entspricht dem ersten Funktionszustand. In diesem Zustand wird kein Bremsmoment erzeugt, und das Betriebsmittel wird lediglich zur Schmierung der einzelnen Elemente des Getriebeteils 3 benötigt. In der Schmierleitung 15 ist vorzugsweise ein Rückschlagventil R5 angeordnet, welches verhindert, daß das Betriebsmittel aus der Schmierleitung 15 zurückströmt.

Das vom Getriebeteil 3 und dem hydrodynamischen Bauelement 2 gemeinsam genutzte Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem versorgt auch die einzelnen Schaltelemente, hier die Schaltelemente LU, 1st, 2nd, 3rd und Rev. mit dem erforderlichen Steuerdruck. Im dargestellten Fall in der Fig. 1a sind die Versorgungsleitungen, hier die Versorgungsleitung 25 und die von dieser abzweigenden Leitungen 25.1, 25.2, 25.3, 25.4 und 25.5 direkt an die Hauptversorgungsleitung 26 gekoppelt, welche die Pumpeneinrichtung, hier die Zahnradpumpe 7, mit der Leitung 13 verbindet.

Dem hydrodynamischen Bauelement 2, hier dem hydrodynamischen Retarder 5, ist ein Speicher 27 zugeordnet. Der Speicher 27 ist vorzugsweise druckluftbetätigt. Zu diesem Zweck ist diesem ein Ventil 28 zugeordnet. Dieses Ventil wird nur kurz zum Zwecke des Befüllens des hydrodynamischen Bauelementes, insbesondere des hydrodynamischen Retarders 5, eingeschaltet und wieder ausgeschaltet.

Der Zustand der Inbetriebnahme des hydrodynamischen Retarders 5, die sogenannte Füllphase, kann durch die in der Fig. 1b mittels der Druckwaage 10 dargestellten bzw. realisierten Leitungsverbindungen beschrieben werden.

Der Füllvorgang erfolgt dabei im wesentlichen über den Speicher 27, welcher über eine Leitung 19 mit dem Zulauf 30 mittels der Druckwaage 10 koppelbar ist. Dabei ist vorzugsweise in der Leitung 19 eine Ventileinrichtung in Form eines Rückschlagventils R2 vorgesehen, welches den Betriebsmittelrücklauf aus dem hydrodynamischen Bauelement bzw. dem hydrodynamischen Retarder 5 in den Speicher 27 für den Fall, daß der Füllwiderstand größer wird als der zur Verfügung stehende Einschiebedruck, welcher mittels der Ventileinrichtung 28 aufgebracht wird, verhindert.

Die Koppelung zwischen Druckwaage und Speicher wird über eine Leitung 16 realisiert. Die Leitung 16 ist des weiteren mit der Schmierleitung 15 des Getriebeteils 3 verbunden. Zur Verhinderung des Ausschlebens der Speichermenge in die Schmierleitung 15 und damit in das Schmiermittelsystem des Getriebeteils 3 ist eine Ventileinrichtung, beispielsweise das Rückschlagventil R1, in der Verbindungsleitung zwischen Speicher und Leitung 16 vorgesehen. Zusätzlich zur Befüllung über den Speicher 27 erfolgt eine Versorgung mit Betriebsmittel über die Betriebsmittelquelle 6. Das Betriebsmittel gelangt über die Hauptleitung 26 in die Verbindungsleitung 13 zu der mit dem Kühler gekoppelten Leitung 14. Das Betriebsmittel gelangt dann über die Leitung 14, die Koppelung zwischen der Leitung 14 mit der Leitung 20, welche mit dem Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders gekoppelt ist, in den hydrodynamischen Retarder 5. Zusätzlich wird in die mittels der Druckwaage 10 realisierten Verbindung zwischen der Leitung 14 und der Leitung 20 Betriebsmittel aus dem Speicher 27 eingespeist, indem die Leitung 19 ebenfalls mit der Leitung 20 gekoppelt ist. Infolge der sich einstellenden Druckdifferenzen im hydrodynamischen Retarder 5 tritt Betriebsmittel über den Ablauf 32 in die Leitung 21 und wird durch die diesen Funktionszustand charakterisierende Stellung bzw. Stellungen der Druckwaage 10 in die Verbindungsleitung zum Kühler 11 eingespeist und über diesen der Leitung 14 zugeführt, um erneut in den hydrodynamischen Retarder 5 eingespeist zu werden. Es bildet sich somit bereits während der Füllphase ein geschlossener Kühlkreislauf zwischen dem Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders 5 und dem Zulauf 30 aus. Dieser geschlossene Kreislauf kann auch als Kühlkreislauf bezeichnet werden und ist hier mit 33 gekennzeichnet. Der Kühlkreislauf 33 ist somit mit der Leitung 13 und damit der Zufuhrleitung von der Betriebsmittelquelle 6 zum hydrodynamischen Retarder 5 gekoppelt, wobei wie im vorliegenden Fall dargestellt, vorzugsweise gemeinsame Leitungen, hier ein Leitungsabschnitt der Leitung 14, genutzt werden. Der Betriebsmittelstrom zum Zwecke der Kühlung, d. h. der neben dem Arbeitskreislauf im Arbeitsraum des hydrodynamischen Retarders sich einstellende Kühlkreislauf 33, ist durch einen Richtungswechsel der Betriebsmittelströmung gegenüber der Führung des Betriebs- bzw. Schmiermittels im ersten Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders (Retarder AUS) charakterisiert.

Der Speicher 27 selbst weist bei Betätigung mittels Druckluft beispielsweise einen Speicherkolben 101 auf, der mit der Ventileinrichtung 28 gekoppelt ist und damit diesen auf einer Kolbenseite mit Druckluft beaufschlagt. Auf der anderen Seite des Speicherkolbens 101 befindet sich Betriebsmittel, welches in den Retarder 5 eingeschoben wird. Trotz vorhandener Dichteinrichtung kann sich nach einiger Betriebszeit Betriebsmittel auf der druckluftbeaufschlagten Seite des Kolbens 101 ansammeln. Es besteht dann die Gefahr, daß dieses Betriebsmittel über die Entlüftung des Ventiles 28 ins Freie austritt. Zur Vermeidung dieses Zustandes kann das Lecköl durch gezieltes Ablassen entfernt werden. Die druckluftbeaufschlagte Kolbenseite bildet dann einen Ölräum, der eine bestimmte Menge an Leckageöl aufnimmt, wobei dieses beispielsweise über eine Entleeröffnung im Ölräum abgelassen werden kann. Eine andere Möglichkeit besteht in der selbsttätigen Abführung der angesammelten Betriebsmittelmengen. In diesem Fall wird dem Luftkanal zum Betätigen des Kolbens, d. h. der Koppelung zwischen Speicher 27 und Ventileinrichtung 28 eine Verbindungsleitung mit dem Getriebeteil 3 zugeordnet, wobei in dieser beispielsweise eine Kugelventileinrichtung angeordnet ist. Sobald das angesammelte Betriebsmittel das Niveau des Kugelventiles übersteigt, wird mit jeder Retarderbetätigung

kurzzeitig Betriebsmittel von der Luftseite des Speichers 27 in den Getriebeteil 3 geblasen. Dieser Effekt entsteht dabei durch Öffnung des Ventilsitzes durch die Kugel infolge der Schwerkraft bei ausgeschaltetem Pneumatikventil 28. Bei eingeschaltetem Pneumatikventil 28 schließt der plötzliche Luftstrom den Ventilsitz. Zwischen den Funktionszuständen des Kugelventiles mit geöffnetem und geschlossenem Ventilsitz strömt kurzzeitig eine gewisse Betriebsmittelmengen von der druckluftbeaufschlagten Kolbenseite zur Getriebeseite. Diese Betriebsmittelmengen ist durch die Länge des Weges, Anschrägung des Ventilsitzes sowie die Auslegung der Strömungsquerschnitte bestimmt und muß dabei sicher über der maximal anfallenden Leckagemenge liegen, um zu gewährleisten, daß kein Betriebsmittel über das Pneumatikventil 28 austritt.

Ein weiterer dritter Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders 5 kann durch die Stellung der Druckwaage 10 und die dadurch realisierten Verbindungen zwischen den einzelnen Leitungen, wie in der Fig. 1c dargestellt, beschrieben werden. Dieser Funktionszustand beschreibt den Regelzustand des hydrodynamischen Retarders 5. Die Leitungen 14 und 20 sind miteinander gekoppelt und damit mit dem Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders 5. Der Druck im Kanal 14 entspricht annähernd dem Zuflußwiderstand in der Leitung 20. Die Pumpeinrichtung in Form der Zahnradpumpe 7 fördert lediglich die Leckagemenge des hydrodynamischen Retarders nach. Überschüssiges Betriebsmittel, welches von der Pumpeinrichtung, insbesondere der Zahnradpumpe 7, gefördert wurde, gelangt von der Leitung 14 zum Leitungsabschnitt 16 und von diesem in die Schmiermittelleitung 15 zu den Schmiermittelanschlüssen 22 bis 24. Die Koppelung zwischen Zulauf des Retarders 30 und Speicher 27 ist unterbrochen. Aufgrund der sich einstellenden Druckdifferenzen im hydrodynamischen Retarder 5 wird auch hier ein Kühlmittelkreislauf 33 erzeugt, wobei das Kühlmittel vom Ablauf 32 in die Verbindungsleitung 18 zur Kühleinrichtung 11 gelangt und nach Passieren der Kühleinrichtung 11 der Zufuhrleitung 14 zugeführt wird und in den Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders eingespeist wird, wobei bei überschüssigem Betriebsmittel ein Teil über die Leitung 16 in das Schmiermittelsystem 9 des Getriebeteiles 3 geleitet wird. Dieser dritte Funktionszustand kann noch einmal in einen weiteren vierten Funktionszustand unterteilt werden, welcher für die Einstellung von sehr geringen Retarderdrücken, d. h. der Erzeugung eines geringeren Bremsmomentes, erforderlich ist. In diesem Funktionszustand wird der Zulaufdruck unter das Niveau des Druckes in der Leitung 16 abgesenkt.

Bezüglich der einzelnen Stellungen des Steuerschiebers der Druckwaage 10 zur Realisierung der einzelnen Funktionszustände wird auf die noch zu beschreibenden Fig. 4a bis 4d verwiesen.

Die Funktion der Steuereinrichtung 8 gemäß den Fig. 1a bis 1c ist in Form eines Blockschaltbildes in Fig. 2a verdeutlicht. Demnach weist die Steuereinrichtung 8 wenigstens einen Eingang 40 auf und sechs Ausgänge 41 bis 46. Der Eingang 40 ist dabei mit einer Einrichtung 47 zur Vorgabe eines Sollwertes für einen den Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe koppelbar. Entsprechend der vorgegebenen Sollgröße bildet die Steuereinrichtung 8 Stellgrößen, hier die einzelnen Stellgrößen Y1 bis Y6, zur Einstellung des gewünschten Funktionszustandes. Bei der Bildung der Stellgrößen wird dabei dem Aspekt Rechnung getragen, daß das Betriebsmittel- bzw. Schmiermittelversorgungssystem nicht nur dem hydrodynamischen Retarder zugeordnet ist, sondern auch die Aufgabe hat, den Getriebeteil 3 entsprechend mit Schmiermittel bzw. die einzelnen Getriebeelemente mit ent-

sprechendem Steuerdruck zu versorgen. Im einzelnen bedeutet dies, daß entsprechend der gebildeten Sollgrößen die entsprechenden Kopplungen zwischen Retarderzulauf, Retarderablauf, Kühleinrichtung, Betriebsmittelquelle, Schmiermittelsystem und Speicher realisiert werden müssen. Dies kann beispielsweise über eine Vielzahl von Ventileinrichtungen erfolgen, welche in dem gemeinsam genutzten Leitungssystem entsprechend anzuordnen sind. Eine bevorzugte, besonders vorteilhafte Ausführung der Steuereinrichtung ist schematisch in vereinfachter Darstellung in den Fig. 1a bis 1c wiedergegeben. Das Blockschaltbild für diese Einrichtung ist Fig. 2b zu entnehmen. Als Eingangsgröße der Steuereinrichtung 8, welche als Druckwaage 10 ausgeführt ist, fungiert der sogenannte Steuerdruck p_r . Dieser wirkt auf die Kolbenfläche eines sogenannten Steuerkolbens, welcher als Übertragungsglied 49 fungiert. Weitere Eingangsgrößen sind die durch eine Energiespeichereinheit 48, welche beispielsweise in Form einer Federspeichereinrichtung ausgeführt ist, aufgebrachte Kraft F_4 und der im Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders 5 herrschende Druck p_{32} . Aus diesen Eingangsgrößen wird als Ausgangsgröße eine Verschiebung des Steuerkolbens 49 und damit der Steuerkanten gegenüber den einzelnen Leitungsanschlüssen um einen Weg Δs realisiert. Die entsprechende Stellung des Steuerkolbens 49 bedingt dann durch die Kopplung einzelner Leitungsabschnitte bzw. Leitungen miteinander die Funktionszustände des hydrodynamischen Retarders. Die konkrete konstruktive Ausführung der Druckwaage 10 ist anhand eines Beispiels in der Fig. 3 beschrieben.

Die Fig. 3 verdeutlicht eine Möglichkeit der konstruktiven Ausführung der erfindungsgemäß eingesetzten Druckwaage 10 als Steuereinrichtung 8 in einer Schnittdarstellung. Diese umfaßt ein Gehäuse 56, in welches wenigstens eine Steuerbohrung 57 eingearbeitet ist. Die Steuerbohrung 57 weist über ihre axiale Erstreckung betrachtet unterschiedliche Durchmesser auf. Diese bilden einzelne Steuerkammern, welche entsprechend den Anschlüssen mit 19.1, 14.1, 20e.1, 21.1, 18.1, 16.1 und 14.1 bezeichnet sind. In der Steuerbohrung 57 ist ein Steuerkolben 49 angeordnet, welcher in axialer Richtung verschiebbar ist und der über seine axiale Erstreckung unterschiedliche Durchmesser aufweist. Die einzelnen Teilbereiche unterschiedlichen Durchmessers bilden miteinander Steuerkanten. Die Steuerkanten sind hier mit 60, 61, 62, 63, 64, 65, 53, 67 und 68 bezeichnet.

Die Bereiche unterschiedlichen Außendurchmessers des Steuerkolbens 49 wechseln sich dabei alternierend ab. Vorzugsweise ist der Steuerkolben derart ausgeführt, daß dieser über die axiale Länge betrachtet lediglich zwei unterschiedliche Durchmesser aufweist, einen ersten Durchmesser D1, welcher kleiner dem Durchmesser D3 der Steuerbohrung ausgeführt ist. Der zweite Durchmesser D2 des Steuerkolbens 49 entspricht im wesentlichen dem Durchmesser D3 der Steuerbohrung 57 unter Berücksichtigung entsprechender Toleranzen, welche zur Realisierung einer axialen Verschiebbarkeit des Steuerkolbens 49 in der Steuerbohrung 57 erforderlich sind. Entsprechend der Stellung des Steuerkolbens 49, insbesondere der Steuerkanten in der Steuerbohrung 57, werden die einzelnen Anschlüsse wenigstens teilweise oder ganz freigegeben oder verdeckt, wodurch die einzelnen Funktionszustände des hydrodynamischen Retarders 5 und die Funktion der Versorgung des Schmiermittelsystems des Getriebeteils 3 realisiert werden. Die einzelnen Anschlüsse sind dabei wie folgt den entsprechenden Leitungen im Schmiermittelsystem zugeordnet:

1. Anschluß 14 – Betriebsmittelversorgungsquelle 6 und Kühleinrichtung 11

2. Anschluß 19 – Speicher 27

3. Anschluß 20 – Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders 5

4. Anschluß 21 – Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders 5

5. Anschluß 18 – Kühleinrichtung 11

6. Anschluß 16 – Schmiermittelleitung 15.

Die entsprechenden Anschlußbezeichnungen entsprechen dabei den in der Fig. 1 genannten Leitungsbezeichnungen. Des weiteren ist ein weiterer Anschluß für den Steuerdruck p_r vorgesehen. Dieser wirkt auf die Fläche 50 des Steuerkolbens 49. Zur Realisierung der Funktion der Druckwaage ist die durch den Druck p_r auf die Fläche 50 gerichteten Kraft eine Gegenkraft zugeordnet, welche sich aus der Kraft einer Federspeichereinrichtung 48 und der durch den im Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders 5 herrschenden Druckes in der Ablaufleitung 21 auf die Kolbenfläche 53 gebildeten Kraft zusammensetzt. Die Federspeichereinrichtung 48 ist dabei in einer entsprechenden Bohrung 51 im Steuerkolben 49 angeordnet. Die Feder stützt sich auf der Bohrungsinnenfläche 52 der Bohrung 51 im Steuerkolben 49 ab.

Der Steuerkolben ist, wie im vorliegenden Fall dargestellt, vorzugsweise wenigstens zweiteilig ausgeführt. Dieser umfaßt einen ersten Teil 49.1 und einen zweiten Teil 49.2. Dies bietet den Vorteil einer rationelleren Fertigung der Steuerbohrung durch Bearbeitung von zwei Seiten.

Für die in der Fig. 3 dargestellte Ausführung der Druckwaage sind in den Fig. 4a bis 4d die einzelnen Funktionszustände, wie sie für die Fig. 1a bis 1c beschrieben wurden, anhand der Stellungen der Steuerkanten in der Steuerbohrung 57 dargestellt. Die Fig. 4a verdeutlicht dabei den ersten Funktionszustand, in welchem der hydrodynamische Retarder 5 nicht in Betrieb, d. h. ausgeschaltet ist. In diesem Zustand ist der Ablauf 32 über die Leitung 21 und damit den Anschluß 21 mit der Entlastungseinrichtung E verbunden. Des weiteren wird über den Anschluß 16 Schmiermittel bzw. Betriebsmittel von der Betriebsmittelquelle 6 in die Schmiermittelleitung 15 geleitet, weshalb der Anschluß 18 mit dem Anschluß 16 in diesem Zustand in Strömungsverbindung steht. Der Betriebsmittelstrom wird somit lediglich, wie in der Fig. 1a bereits beschrieben, über die Kühleinrichtung in die Schmiermittelleitung 15 geleitet. In diesem Zustand, in welchem der hydrodynamische Retarder 5 in der Regel vollständig entleert ist, können bei nicht entkoppelbarem Rotorschaukelrad Ventilationsverluste in dieser Betriebsweise auftreten. Zur Vermeidung der Ventilationsverluste wird ein geringer Teil an Betriebsmittel in den Arbeitsraum des hydrodynamischen Retarders 5 eingespritzt. Diese geringe gezielte Betriebsmittelzufuhr erfolgt über eine Drossel 60, wie in der Fig. 4a dargestellt. Diese ermöglicht einen Betriebsmittelübertritt von der Leitung 14 zum Anschluß 20 und damit zu dem mit diesem gekoppelten Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders 5.

In der Fig. 4b ist die Stellung des Steuerkolbens 49 für den zweiten Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders 5 dargestellt. Dieser Bereich wird auch als Inbetriebnahmebereich des hydrodynamischen Retarders oder aber Füllphase bezeichnet. Die Füllung erfolgt dabei vorzugsweise über den Speicher 27 und damit die Leitungen bzw. Anschlüsse 19 und 20 sowie zusätzlich über die Leitung bzw. den Anschluß 14 von der Betriebsmittelquelle zur Leitung 20, welche mit dem Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders gekoppelt ist. Das Betriebsmittel kann somit, wie in der Fig. 4b dargestellt, vom Anschluß 19 in den Anschluß 20 übertreten. Der Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders 5, welcher mit dem Anschluß 21 gekoppelt ist, steht in

dieser Funktionsweise in Strömungsverbindung mit dem Anschluß 18, welcher mit der Kühleinrichtung 11 gekoppelt ist. Die beiden in axialer Richtung außenliegenden Anschlüsse 16 und 14 sind jeweils gesperrt.

Die Fig. 4c verdeutlicht die Stellung des Steuerkolbens 49 im Regelzustand des hydrodynamischen Retarders, wobei der Steuerkolben mit der Steuerkante 64 die Sperrung zwischen den Anschlüssen 14 und 16 verläßt. Eine Strömungsverbindung besteht zwischen den Anschlüssen 14 und 20 sowie zwischen 21 und 18 zum Zwecke der Realisierung eines Kühlkreislaufes, wobei die Einspeisung in den Arbeitsraum des hydrodynamischen Retarders bzw. zum Zulauf 30 über die Kopplung der Anschlüsse 14 und 20 erfolgt. Die Kopplung mit dem Speicher, insbesondere die Kopplung zwischen den Anschlüssen 19 und 14, ist unterbrochen. Der hydrodynamische Retarder 5 wird somit nur mit dem Betriebsmittel vom Speicher versorgt, welches er zum Erreichen seines Regelzustandes benötigt.

Der Regelzustand bzw. der Beginn dieses Regelzustandes ist dabei von der Überdeckung der Steuerkante 64 mit der entsprechenden Steuerkante in der Steuerbohrung 57 zwischen den Anschlüssen 16 und 14 gekennzeichnet. Der Bereich des Regelzustandes läßt sich dabei des weiteren durch die in Fig. 4d dargestellte Stellung des Steuerkolbens 49 begrenzen. Während sich die Füllphase des hydrodynamischen Retarders 5 dadurch auszeichnet, daß der Steuerkolben 49 eine Bewegung in axialer Richtung in Richtung des auf die Steuerkolbenfläche 50 wirkenden Steuerdruckes pR erfährt, erfährt der Steuerkolben 49 im Regelzustand eine Bewegung in axialer Richtung entgegen der Wirkrichtung des Steuerdruckes pR. Die beiden Grenzstellungen zur Beschreibung des Regelzustandsbereiches sind in der Fig. 4c und 4d dargestellt. Die in der Fig. 4d dargestellte zweite Grenz- bzw. Regelstellung zeichnet sich dadurch aus, daß die Steuerkante 62 des Steuerkolbens 49 die Endstellung einnimmt, in welcher die Entlastungsleitung mit der Anschlußleitung 21 und damit dem Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders verbunden ist. Über den gesamten Regelzustand erfolgt jedoch ein Betriebsmittelumlauf vom Ablauf 32 des hydrodynamischen Retarders 5 zur Kühleinrichtung über die Leitung 21 zum Anschluß 18 und nach Passieren der Kühleinrichtung erneut zum Zulauf 30 des hydrodynamischen Retarders über die Leitung bzw. Anschlüsse 14 und 20. Des weiteren wird kurz nach Erreichen des Regelzustandes eine Betriebsmittelversorgung zur Schmiermittelleitung 15 des Getriebeteils 3 realisiert.

Die Steuereinrichtung 8, insbesondere die Druckwaage 10, welche über einen Steuerdruck pR, welcher beispielsweise wie in den Fig. 1a bis 1c dargestellt, über ein Proportionalventil 70 eingestellt wird, angesteuert wird, ermöglicht die Kopplung der einzelnen Leitungsabschnitte bzw. der einzelnen Leitungen miteinander in entsprechender Art und Weise, um den hydrodynamischen Retarder 5 in entsprechende Funktionszustände zu bringen. Des weiteren sind dem gemeinsam genutzten Schmier- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem Mittel zugeordnet, welche im Zusammenwirken mit der Steuereinrichtung 8 bestimmte Funktionen im Betriebs- bzw. Schmiermittelversorgungssystem vorrangig erfüllen. Entsprechend der zu erfüllenden Aufgabenstellung können diese Mittel unterschiedlich konzipiert und ausgelegt werden. In den Fig. 1a bis 1c sind zur Verhinderung von Einbrüchen in der Schmierölversorgung des Getriebeteils 3 während des Retarderbetriebes, d. h. während des Funktionszustandes FÜLLEN bzw. des Regelzustandes die Ventile VLB1 und VLB2 sowie R5 angeordnet. Bei der Ventileinrichtung VLB2, welche in der Verbindungsleitung zwischen der Hauptverbindungsleitung zwischen dem Ölsumpf 6 und der Leitung 14 angeordnet ist, handelt es sich

um ein Druckbegrenzungsventil. Die Ventileinrichtung VLB1, die in einer Verbindungsleitung zwischen der Schmierölleitung und der Hauptleitung 13 angeordnet ist, ist als Druckminderventil ausgeführt. Die Ventileinrichtung R5 ist als Rückschlagventil konzipiert. Beim Absinken des Druckes in der Schmierölleitung 15 unter ein bestimmtes Niveau verbindet die Ventileinrichtung VLB1, d. h. das Druckminderventil, die Hauptleitung 13 und damit die Betriebsmittelversorgungsquelle mit der Schmierleitung 15. Der hydrodynamische Retarder 5 befindet sich dann bezüglich der Betriebsmittelversorgung in einem Bypass. Dabei ist es unerheblich, in welchem Funktionszustand sich der hydrodynamische Retarder bereits befindet. Die Ventileinrichtung VLB2 erzeugt einen leichten Druckstau, damit der erforderliche Schmierölstrom von der Hauptleitung 13 über VLB1 nach der Schmierleitung 15 stattfinden kann.

Während die Ausführung entsprechend den Fig. 1a bis 1c mit den Ventilen VLB1 und VLB2 immer einen gewissen Druck im Schmiersystem des Getriebes während des Retarderbetriebes gewährleisten, verdeutlicht die Fig. 5 eine andere Möglichkeit der Versorgung des Schmiermittelsystems des Getriebeteils 3 über einen Mengenregler, welcher eine bestimmte Ölmenge, die über eine Drossel oder Feder eingestellt werden kann, in das Schmiersystem 15 leitet und zwar unabhängig von den vorherrschenden Druckverhältnissen. Die Ventileinrichtungen VLB1 und VLB2 werden dazu durch eine Ventileinrichtung VLB ersetzt.

Eine alternative Möglichkeit der konstruktiven Ausgestaltung des Betriebs- bzw. Schmiermittelversorgungssystems 4 zur Gewährleistung der Schmierung des Getriebeteils 3 während der Retarderfüllung ist in Fig. 1d dargestellt. Der Grundaufbau des Gesamtsystems – Retarder 5, Getriebeteil 3 ausgenommen jedoch die Ventileinrichtungen VLB1 und VLB2 entspricht dabei dem in den Fig. 1a–1c beschriebenen, weshalb für gleiche Elemente die gleichen Bezugszeichen verwendet werden. Dabei wird eine minimale Schmiermittelversorgung, die über eine Drossel D8 oder alternativ eine Feder eingestellt werden kann, im Schmiermittelversorgungssystem 15 unabhängig von den vorhandenen Drücken gewährleistet. Desweiteren ist zur Realisierung dieser Funktion ein Rückschlagventil R6 vorgesehen. Die Drossel D8 und das Rückschlagventil R6 sind dazu in einer Verbindungsleitung 100 zwischen der Schmiermittelversorgungsleitung 15 und der Verbindungsleitung 8 vom Proportionalventil 70 zur Sollwertvorgabe bzw. Erzeugung eines Sollwertsignals in Form eines Druckes für einen gewünschten Funktionszustand des hydrodynamischen Retarders 5 mit der Steuereinrichtung 8, insbesondere der Druckwaage 10 angeordnet. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß die Einrichtung nur im Retarderbetrieb wirksam ist, und so im Fahrbetrieb kein Kühlöl verlorengeht. Desweiteren besteht die Möglichkeit, die in der Fig. 1d beschriebene Konfiguration sehr kostengünstig für bereitzustellen.

Die Drucksteuerung des hydrodynamischen Bauelementes, insbesondere des Retarders 5, ist dabei derart ausgeführt, daß im Retarderbetrieb die Schmierung des Getriebes direkt aus dem Sumpf 6 erfolgt, da dort das kälteste Betriebsmittel zur Verfügung steht. Das Betriebsmittel gelangt von der Betriebsmittelquelle 6 zur Retardersteuerung, wo eine geringe Menge zum Ausgleich von Undichtheiten abgezweigt wird, während der Hauptanteil der Schmierung 15 des Getriebeteils 3 zufließt.

Die Steuereinrichtung, insbesondere die Druckwaage und die mit dieser gekoppelten bzw. in einer Baueinheit integrierten Ventileinrichtungen können unterschiedlich hinsichtlich der in der Steuerbohrung gebildeten Kammern, der Steuerkanten des Steuerkolbens und der Zuordnung der Anschlüsse zu diesen ausgeführt sein. Wesentlich ist jedoch,

daß die vier Grundfunktionszustände der Steuerung des hydrodynamischen Bauelementes erfüllt werden, wobei wenigstens im Regelzustand stufenweise und vorzugsweise ein stufenloser Übergang zwischen den einzelnen Grundfunktionszuständen erzielt wird.

Die Fig. 6 und 7 verdeutlichen anhand eines Ausschnittes aus der Druckwaage 10 die Möglichkeiten der Anordnung einzelner Ventileinrichtungen, wie beispielsweise VLB1 und VLB2, sowie den Mengenregler VLB in der Steuerbohrung 57. Während Fig. 6a anhand eines Ausschnittes aus der Druckwaage 10 die Anordnung der Ventileinrichtungen VLB1 und VLB2 in der Steuerbohrung 57 wiedergibt, ist in Fig. 6b neben der Anordnung des Mengenreglers VLB in der Steuerbohrung 57 eine Ausführung des Steuerkolbens 49 dargestellt, welche zweiteilig ist.

Die Fig. 7a zeigt demgegenüber die Anordnung der Rückschlagventile R1, R2 und R5 im Steuerkolben 49 für eine Ausführung entsprechend Fig. 6a und die Fig. 7b für eine Ausführung des Steuerkolbens 49 entsprechend Fig. 6b. Diese Anordnung erfolgt dabei derart, daß die Rückschlagventileinrichtungen Einfluß auf die Leitungsquerschnitte entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Art und Weise ausüben können, d. h. diese sind den entsprechenden Leitungen zugeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Befüllung eines hydrodynamischen Bauelementes (2) in einer Antriebseinheit mit mindestens einem Getriebeteil (3) und einem beiden gemeinsam zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem (4), umfassend wenigstens eine Betriebsmittelquelle (6), eine Kühleinrichtung (11) und eine Speichereinrichtung, wobei das hydrodynamische Bauelement mindestens zwei Schaufelräder umfaßt, welche miteinander einen torusförmigen Arbeitsraum bilden, dem wenigstens eine Zulaufleitung (30) und eine Ablaufleitung (32) zugeordnet sind;

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
bei welchem eine Sollgröße für eine, den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes (2) wenigstens mittelbar charakterisierende Größe als Eingangsgröße einer, dem gemeinsam zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem (4) zugeordneten Steuereinrichtung (8) zur Ansteuerung einer Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Betriebsmittelversorgung des hydrodynamischen Bauelementes (2) derart vorgebar ist, daß wenigstens drei Grundfunktionszustände des hydrodynamischen Bauelementes (2) einstellbar sind, wobei in einem Grundfunktionszustand zusätzlich eine Versorgung des Schmiermittelsystems des Getriebeteiles (3) einstellbar ist, und wobei die Stellgröße zur Betätigung der Stelleinrichtung aus dem Sollwert der den Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe in Abhängigkeit einer den Druck in der Ablaufleitung (32) des hydrodynamischen Bauelementes (2) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

2.1 bei welchem in einem ersten Funktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes (2) Betriebsmittel von der Betriebsmittelquelle (6) über die Kühleinrichtung (11) dem Schmiermittelanschluß (15) des Getriebeteiles (3) zugeführt wird;

2.2 bei welchem in einem zweiten Grundfunktionszustand des hydrodynamischen Bauelementes (2) dem Arbeitsraum des hydrodynamischen Bauelementes (2) Betriebsmittel vom Speicher (27) und der Betriebsmittelquelle (6) zugeführt wird und in einem geschlossenen Kreislauf Betriebsmittel aus dem Arbeitsraum über die Kühleinrichtung (11) dem Arbeitsraum wieder zugeführt wird;

2.3 bei welchem in einem dritten Grundfunktionszustand der Druck in der Ablaufleitung (32) vom Arbeitsraum veränderlich einstellbar ist und dem Arbeitsraum des hydrodynamischen Bauelementes (2) Betriebsmittel vom Speicher (27) und der Betriebsmittelquelle (6) zugeführt wird und in einem geschlossenen Kreislauf Betriebsmittel aus dem Arbeitsraum über die Kühleinrichtung (11) dem Arbeitsraum wieder zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens im dritten Grundfunktionszustand die Änderung des Druckes in der Ablaufleitung (32) zum Arbeitsraum stufenlos einstellbar ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang zwischen den einzelnen Funktionszuständen stufenlos einstellbar ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgung des hydrodynamischen Bauelementes (2) mit Betriebsmittel vorrangig vor der Versorgung des Getriebeteils (3) mit Schmiermittel erfolgt.

6. Steuervorrichtung zur Beeinflussung des Funktionszustandes eines hydrodynamischen Bauelementes (2) in einer Antriebseinheit (1) mit mindestens einem Getriebeteil (3) und einem, beiden zugeordneten Schmiermittel- bzw. Betriebsmittelversorgungssystem (4), umfassend wenigstens eine Betriebsmittelquelle (6), eine Kühleinrichtung (11) und eine Speichereinrichtung (27), wobei das hydrodynamische Bauelement (2) mindestens zwei Schaufelräder, welche miteinander einen torusförmigen Arbeitsraum bilden und eine Zulaufleitung (30) und eine Ablaufleitung (32) umfaßt;

6.1 mit einer gemeinsamen Steuereinrichtung (8) mit wenigstens einem Eingang für eine den Sollfunktionszustand wenigstens mittelbar charakterisierende Größe und einer Mehrzahl von Ausgängen;

6.2 die Ausgänge sind mit Mitteln zur Beeinflussung der Zu- und/oder Ablaufleitung (30, 32) des hydrodynamischen Bauelementes und/oder den Leitungen (15) des Schmiermittelversorgungssystems (9) des Getriebeteils (3) gekoppelt.

7. Steuervorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Mittel zur Beeinflussung des Zulaufes aus einer Betriebsmittelquelle (6) und/oder der Realisierung eines Betriebsmittelumlaufes in einem geschlossenen Kreislauf aus dem hydrodynamischen Bauelement (2) vorgesehen sind.

8. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

8.1 die Steuereinrichtung (8) umfaßt eine Druckwaage (10);

8.2 die Druckwaage (10) weist wenigstens eine Steuerbohrung (57) auf;

8.3 die Steuerbohrung (57) ist mit wenigstens den folgenden Anschlüssen wenigstens mittelbar verbunden:

– Zulauf (30) des hydrodynamischen Bauelementes (2)

- Ablauf (32) des hydrodynamischen Bauelementes (2)
 - Schmiermittelversorgungsleitung (15)
 - Betriebsmittelversorgungsquelle (6),
- 8.4 die Druckwaage (10) weist desweiteren wenigstens einen in der Steuerbohrung (57) unter wenigstens teilweiser Freigabe und/oder Absper- 5
rung der Kopplung mit den Anschlüssen führba-
ren Steuerkolben (49) auf, welcher von einer
Druckkraft, die der den Sollfunktionszustand we- 10
nigstens mittelbar charakterisierenden Größe we-
nigstens proportional ist und einer Gegenkraft, die
durch den Druck im Ablauf (32) des hydrodyna-
mischen Bauelementes (2) charakterisiert ist, be-
aufschlagbar ist, wobei durch Verschiebung des 15
Steuerkolbens (49) ein Kräftegleichgewicht ein-
gestellt wird.
9. Steuervorrichtung nach Anspruch 8, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Steuerbohrung (57) mit den fol- 20
genden Anschlüssen verbunden ist:
- Leitungen (18, 14) eines geschlossenen, dem
Arbeitsraum des hydrodynamischen Bauelemen-
tes (2) zugeordneten hydrodynamischen Kreislaufes (33).
10. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 25
oder 9, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 10.1 die Ausgänge werden von den Anschlüssen
(20, 19, 14, 16) gebildet;
- 10.2 die Mittel zur Beeinflussung des Zu- und/
oder Ablaufes (30, 32) des hydrodynamischen 30
Bauelementes (2) und/oder den Leitungen (15)
des Schmiermittelversorgungssystems (9) und/
oder der Betriebsmittelversorgungsquelle (6) wer-
den von der Druckwaage (10) gebildet.
11. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 35
10, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingang der
Druckwaage (10) für eine, den Funktionszustand des
hydrodynamischen Bauelementes (2) wenigstens mit-
telbar beschreibende Größe von einem hydraulischen
Anschluß zur Bildung einer Druckkraft auf eine Kol- 40
benfläche des Steuerkolbens (57) gebildet wird.
12. Steuervorrichtung nach Anspruch 11, dadurch ge-
kennzeichnet, daß Eingang der Druckwaage (10) mit
einem Proportionalventil (70) als Einrichtung zur Vor- 45
gabe eines Sollfunktionszustandes gekoppelt ist.
13. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis
10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorgabe des Soll-
funktionszustandes der Steuerkolben (49) mit einer
elektromagnetisch erzeugbaren Kraft beaufschlagbar 50
ist.
14. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis
10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorgabe des Soll-
funktionszustandes der Steuerkolben (49) mit einer
mechanisch erzeugbaren Kraft beaufschlagbar ist.
15. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 55
14, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (49)
wenigstens zwei Teilelemente (49.1, 49.2) umfaßt,
welche miteinander fest verbindbar sind.
16. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis
15, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Realis- 60
sierung einer fortlaufenden Schmiermittelversorgung
des Getriebeteiles (3) Ventileinrichtungen umfassen,
welche in der Steuerbohrung (57) der Druckwaage (10)
angeordnet sind.
17. Steuervorrichtung nach Anspruch 16, dadurch ge- 65
kennzeichnet, daß zur Realisierung einer fortlaufenden
Schmiermittelversorgung wenigstens ein Mengenre-
gelventil (VLB) zwischen den Anschlüssen der

Schmiermittelversorgungsleitung (15) und dem Zulauf
(30) zum hydrodynamischen Bauelement (2) in der
Steuerbohrung (57) vorgesehen ist.

18. Steuervorrichtung nach Anspruch 16, dadurch ge-
kennzeichnet, daß zur Realisierung einer fortlaufenden
Schmiermittelversorgung wenigstens zwei druckab-
hängig betätigbare Ventileinrichtungen (VLB1, VLB2)
in der Steuerbohrung (57) vorgesehen sind, wobei über
eine erste Ventileinrichtung (VLB1) die Koppelung
zwischen Betriebsmittelversorgungsquelle (6) und Zu-
lauf (30) des hydrodynamischen Bauelementes (2) und
die zweite Ventileinrichtung (VLB2) die Koppelung
zwischen Betriebsmittelversorgungsquelle (6) und
Schmiermittelversorgungssystem (9) des Getriebetei-
les (3) erfolgt.

19. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis
18 für ein Antriebssystem mit einer Speichereinrich-
tung (27), gekennzeichnet durch die folgenden Merk-
male:

19.1 die Druckwaage weist einen Anschluß (19)
auf, welcher mit der Speichereinrichtung verbun-
den ist und durch Verschiebung des Steuerkolbens
(57) mit dem Zulauf (30) des hydrodynamischen
Bauelementes (2) koppelbar ist;

19.2 dem Anschluß (19) ist eine Ventileinrich-
tung (R2) zur Verhinderung des Betriebsmittel-
rücklaufes aus dem hydrodynamischen Bauele-
ment zugeordnet.

20. Steuervorrichtung nach Anspruch 19, gekenn-
zeichnet durch die folgenden Merkmale:

20.1 die Speichereinrichtung (27) ist mit der
Schmiermittelversorgungsleitung (15) verbunden,
wobei in der Verbindungsleitung Mittel zur Ver-
hinderung des Ausschlebens der Speichermenge
in die Schmiermittelversorgungsleitung (15) vor-
gesehen sind;

20.2 die Mittel umfassen zwei Rückschlagventil-
einrichtungen (R1, R5).

21. Steuervorrichtung nach Anspruch 20, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (R2) und die
Rückschlagventileinrichtungen (R1, R5) in der Steuer-
bohrung (57) der Druckwaage (10) angeordnet sind.

22. Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 18
oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die zur
Realisierung einer fortlaufenden Schmiermittelversor-
gung zwei druckabhängig betätigbaren Ventileinrich-
tungen (VLB1, VLB2) und/oder die in der Steuerboh-
rung (57) anordenbaren Rückschlagventileinrichtun-
gen (R1, R5) und die Ventileinrichtung (R2) in einer
Ventilbaueinheit zusammengefaßt sind.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1b

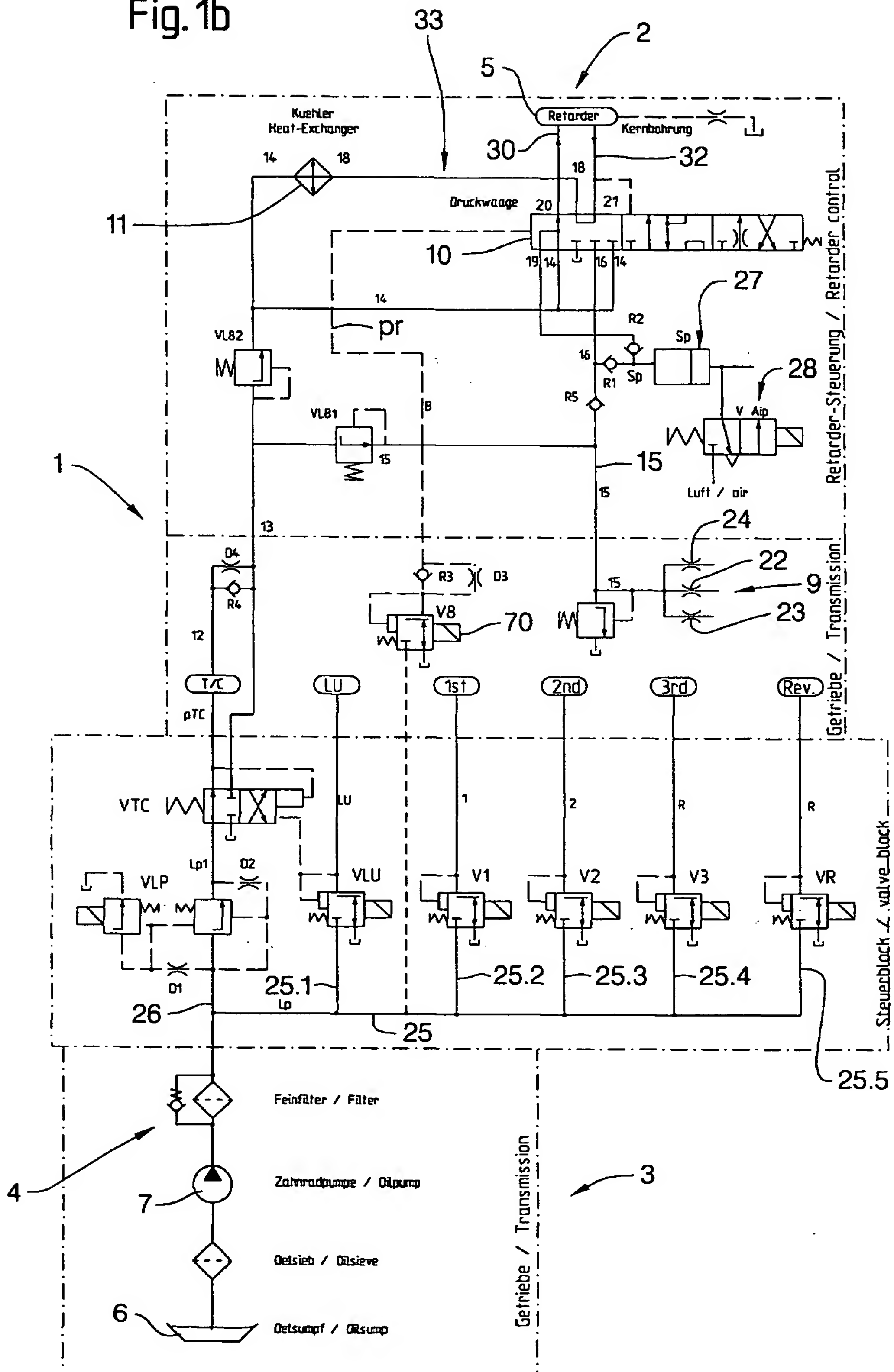
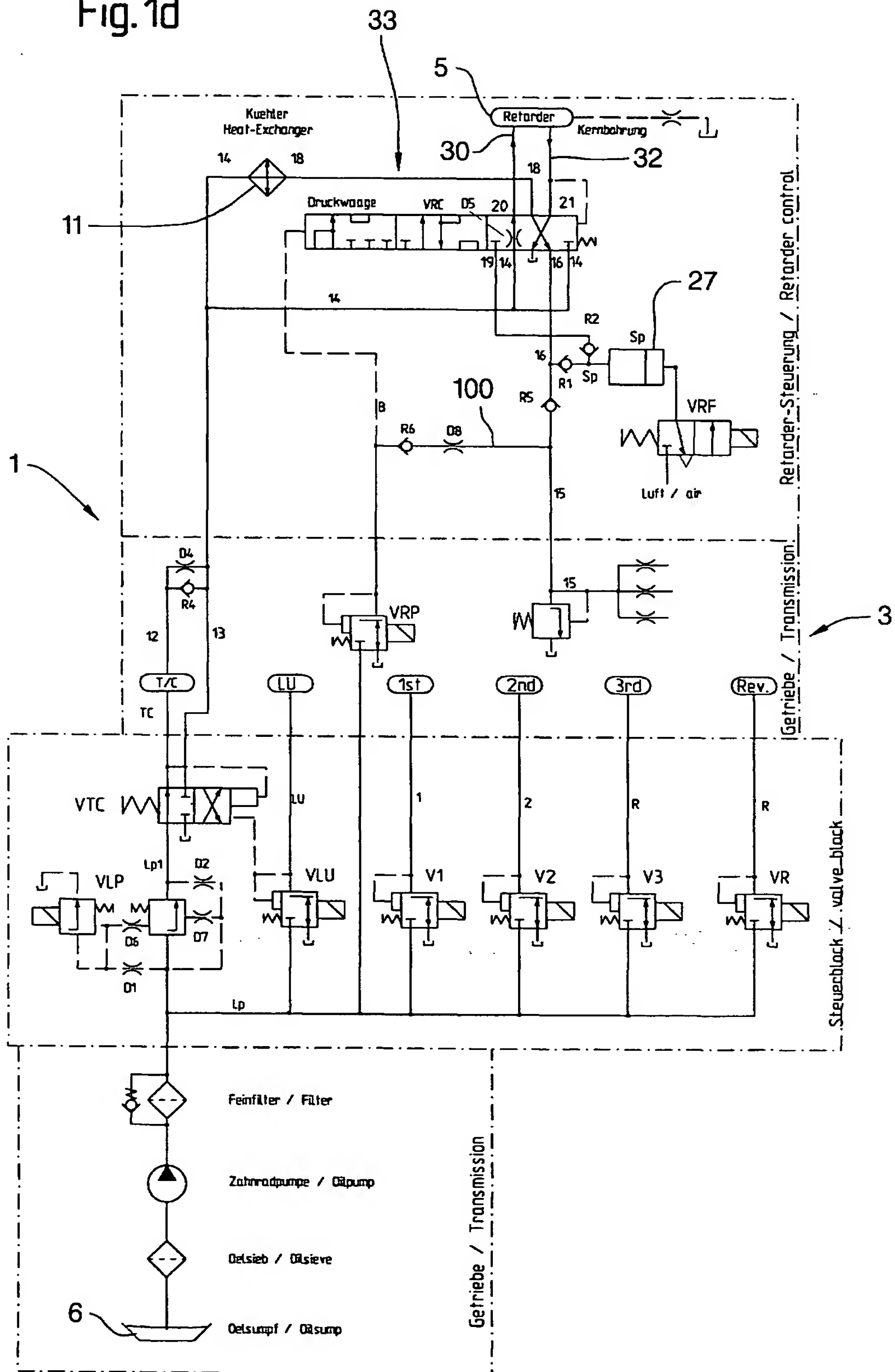


Fig. 1d



- Y1 = Koppelung Retarderzulauf
Betriebsmittelquelle
- Y2 = Koppelung Retarderzulauf
Speicher
- Y3 = Koppelung Retarderablauf
Kühleinrichtung
- Y4 = Koppelung Betriebsmittelquelle
Schmiermittelsystem
- Y5 = Koppelung Retarderzulauf
Kühleinrichtung
- Y6 = Retarder im Bypass bei
Betriebs- bzw. Schmiermittelumlauf

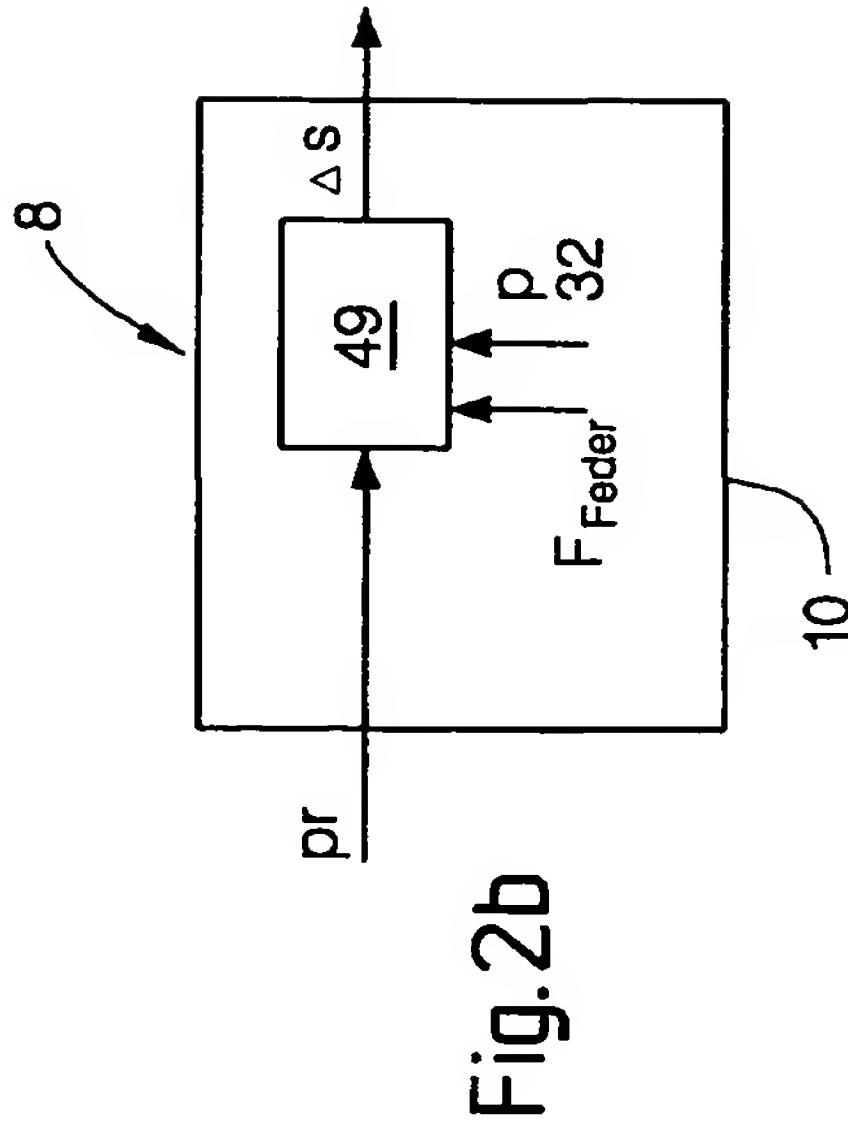
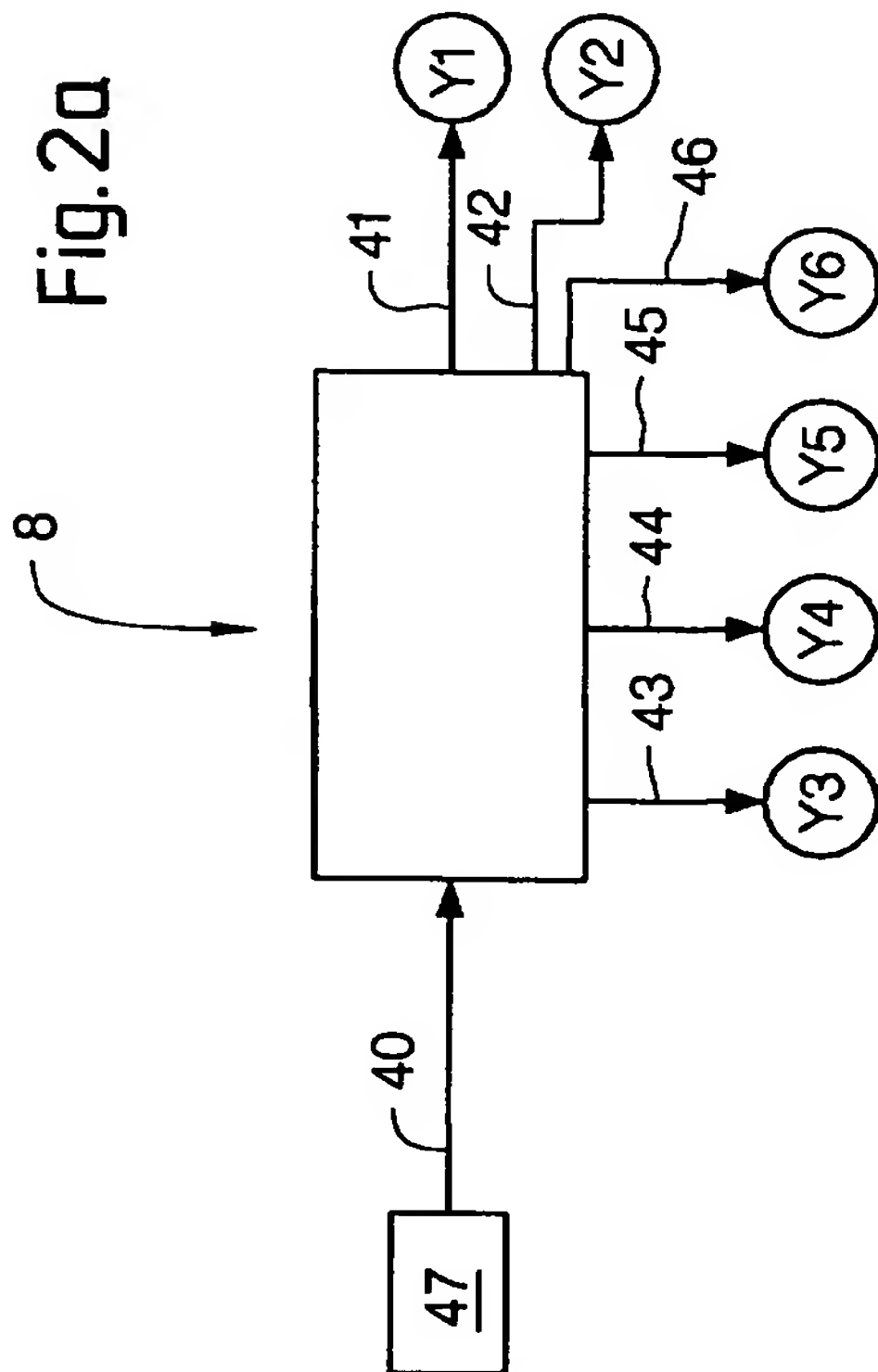


Fig.3

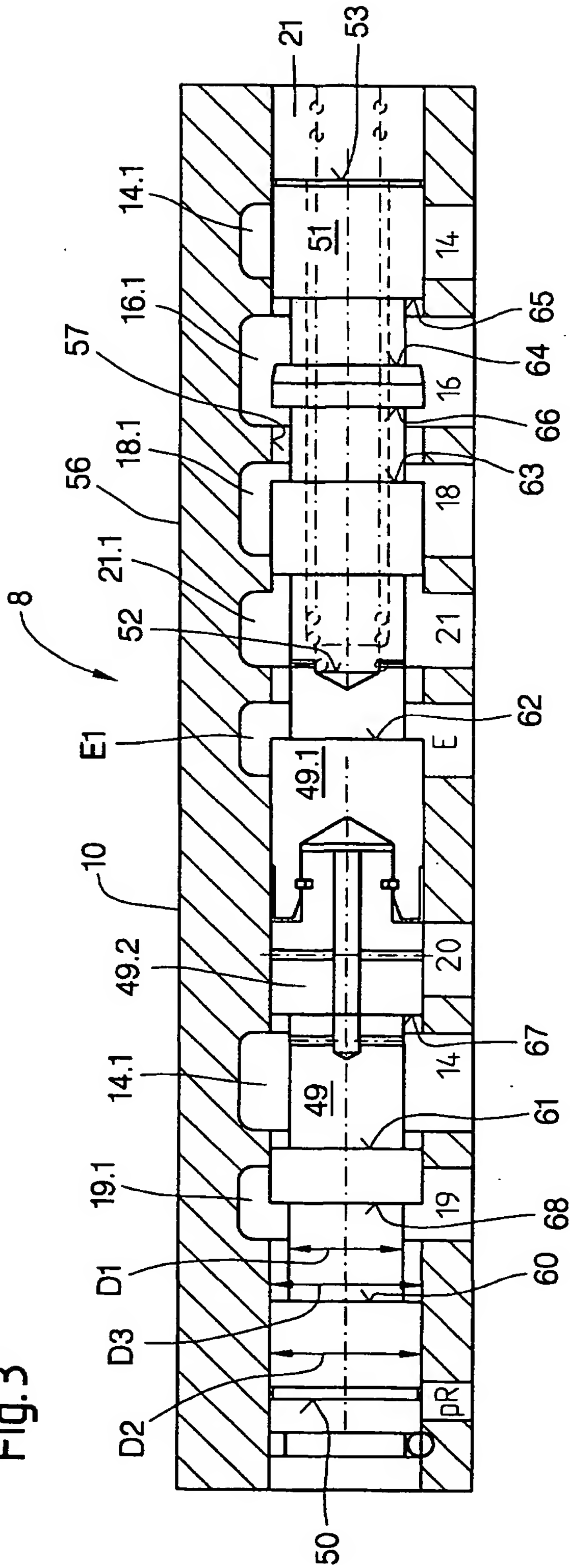


Fig. 4a

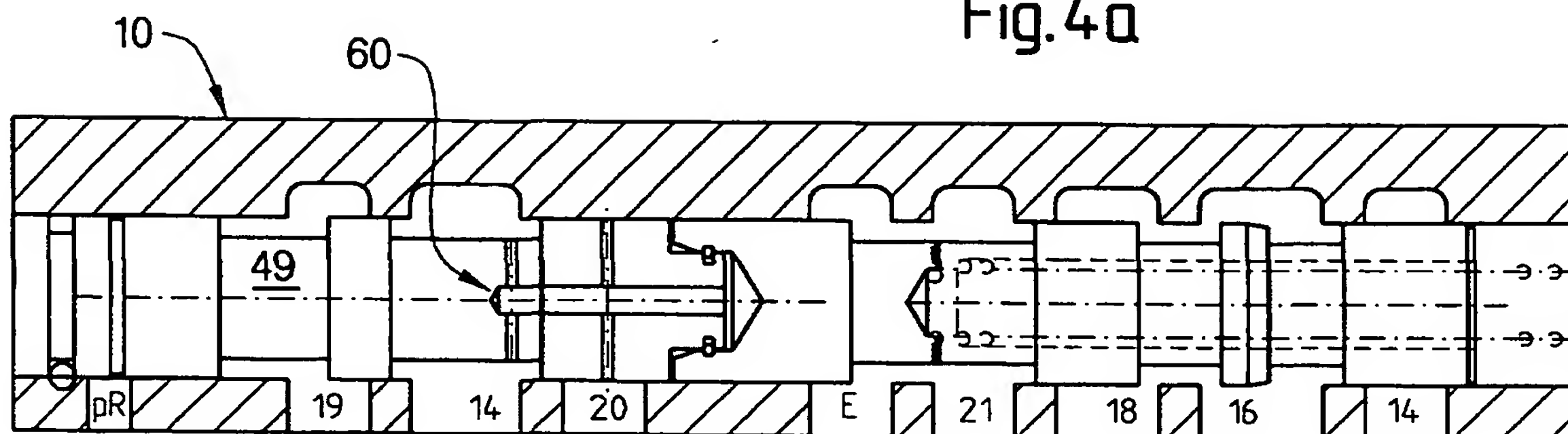


Fig. 4b

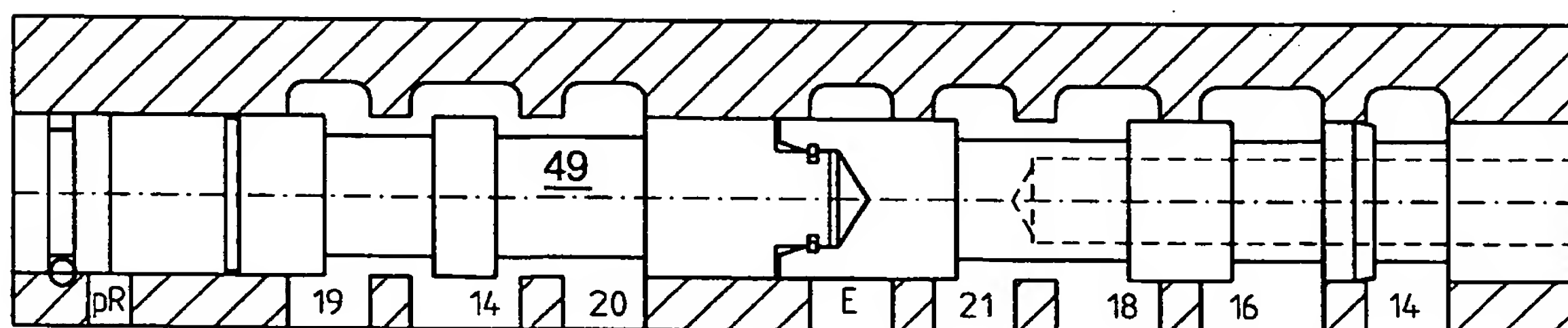


Fig. 4c

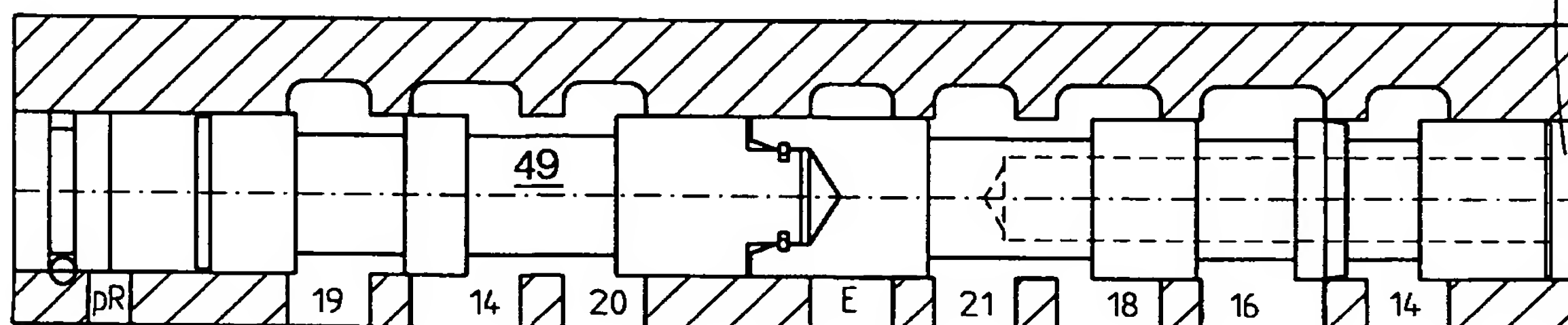


Fig. 4d

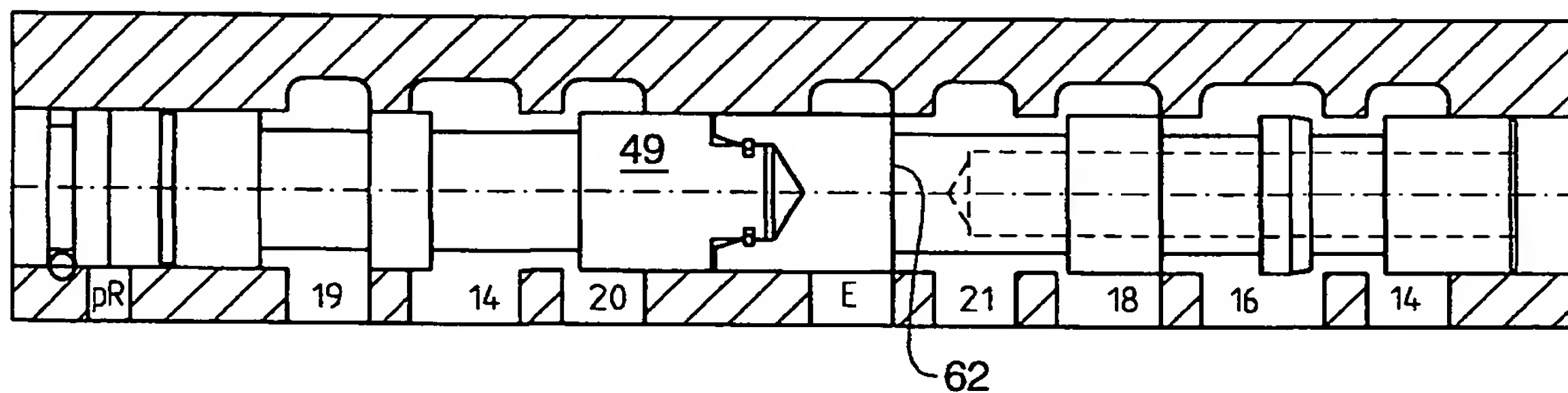


Fig.5

